

ELEKTRICITEIT-ELEKTRONICA

TWEEDE GRAAD TSO

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

VVKSO – BRUSSEL D/2013/7841/005
(vervangt D/2010/7841/023 met ingang van 1 september 2013)



Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs
Guimardstraat 1, 1040 Brussel

Inhoud

Plaats van de leerplannen in de lessentabel.....	3
1 Uitgangspunten bij het nieuwe leerplan Elektriciteit-elektronica tso 2de graad.....	4
2 Studierichtingsprofiel.....	5
2.1 Situering.....	5
2.2 Vorming vertrekend van een christelijk mensbeeld.....	5
2.3 Instroom.....	5
2.4 Situering van de studierichting Elektriciteit-elektronica tso in het logisch tso-curriculum van het studiegebied Mechanica-elektriciteit, Auto, Koeling en warmte.....	6
2.5 Factoren die de keuze voor deze studierichting kunnen beïnvloeden.....	7
2.6 Uitstroom.....	7
3 Van algemene doelstellingen naar leerplandoelstellingen.....	8
3.1 Algemene doelstellingen.....	8
3.2 Clustering van de leerplandoelen.....	8
3.3 Na te streven attitudes in de studierichting Elektriciteit-elektronica.....	10
3.4 Relaties met de vakken van de basisvorming.....	11
4 Algemene pedagogisch-didactische wenken.....	12
4.1 Inleiding.....	12
4.2 Werken aan de realisatie van het studierichtingsprofiel (SRP).....	12
5 Evaluatie.....	13
5.1 Wat is evalueren?.....	13
5.2 Wat en waarom evalueren?.....	13
5.3 Wanneer evalueren?.....	13
5.4 Hoe evalueren?.....	14
5.5 Hoe rapporteren?.....	14
6 Leerplandoelstellingen en leerinhouden: Elektriciteit-elektronica.....	15
6.1 Doelstellingen te realiseren in alle leerplandelen.....	15
6.2 Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Elektriciteit.....	17
6.3 Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Elektrische schakeltechnieken.....	23
6.4 Specifieke doelstellingen te realiseren in Mechanica.....	25
6.5 Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Elektronica.....	27
7 Minimale materiële vereisten.....	35
7.1 Infrastructuur.....	35
7.2 Specifieke minimale materiële vereisten per vak.....	35
8 Bibliografie.....	38
9 Nuttige adressen.....	40

Plaats van dit leerplan in de lessentabel

Zie website VVKSO bij lessentabellen.

1 **Uitgangspunten bij het nieuwe leerplan Elektriciteit-elektronica tso 2de graad**

De opdracht voor de leerplancommissie gaat uit van de volgende vijf punten:

- het leerproces moet gekaderd zijn binnen een duidelijk studierichtingsprofiel;
- de studierichting moet uitdagend en aantrekkelijk onderwijs bieden voor jongeren;
- er moet ruimte worden gecreëerd voor de eigen inbreng van scholen;
- de moderne technologieën moeten binnen het leren hun plaats krijgen;
- er moet voldoende aandacht zijn voor preventie, duurzaamheid en milieu.

2 Studierichtingsprofiel

2.1 Situering

Elektriciteit-elektronica is een doorstromingsrichting. De nadruk ligt in deze studierichting op de vormende waarde van de aangeboden leerplandoelstellingen en leerinhouden van zowel de algemene, als de theoretisch – technische vakken. Aan de talenkennis en de taalvorming wordt er veel aandacht besteed zowel via de algemene doelstellingen als in functie van analyse en rapportering. Het theoretisch - technisch deel wordt wiskundig en wetenschappelijk onderbouwd. De studierichting streeft er vooral naar de leerlingen in staat te stellen om succesvol de 3de graad Elektriciteit-elektronica aan te vatten die leidt naar hoger onderwijs van het niveau **professionele bachelor** binnen het domein elektriciteit-elektronica.

Het gestructureerd inzichtelijk en creatief denken en handelen, in het kader van het technologisch proces, staat centraal in deze vorming. Er is voldoende aandacht voor de uitvoeringstechnische aspecten in functie van concrete realisaties, met zin voor kwaliteit, veiligheid, gezondheid en milieu.

De doelstellingen hebben een grote transfer- en abstraherende waarde, zij zijn gericht op het verwerven van leercompetenties met een bijzondere aandacht voor vaardigheden.

De studierichting heeft dan ook een dubbele doelstelling.

Voldoende inzichten, vaardigheden en attitudes verwerven

- om de vervolgopleiding 3de graad tso Elektriciteit-elektronica te volgen;
- om van een eenvoudige realisatie op een gestructureerde wijze het werkingsprincipe technologisch– wetenschappelijk toe te lichten.

2.2 Vorming vertrekkend van een christelijk mensbeeld

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale mens na waarbij het christelijk mensbeeld centraal staat. Onderstaande waarden zijn dan ook steeds na te streven:

- respect voor de medemens;
- solidariteit;
- zorg voor milieu en leven;
- vanuit het eigen geloof respectvol omgaan met anders gelovigen en niet gelovigen;
- vanuit de eigen spiritualiteit omgaan met ethische problemen;
- respectvol omgaan met het eigen lichaam (seksualiteit, gezondheid, sport ...).

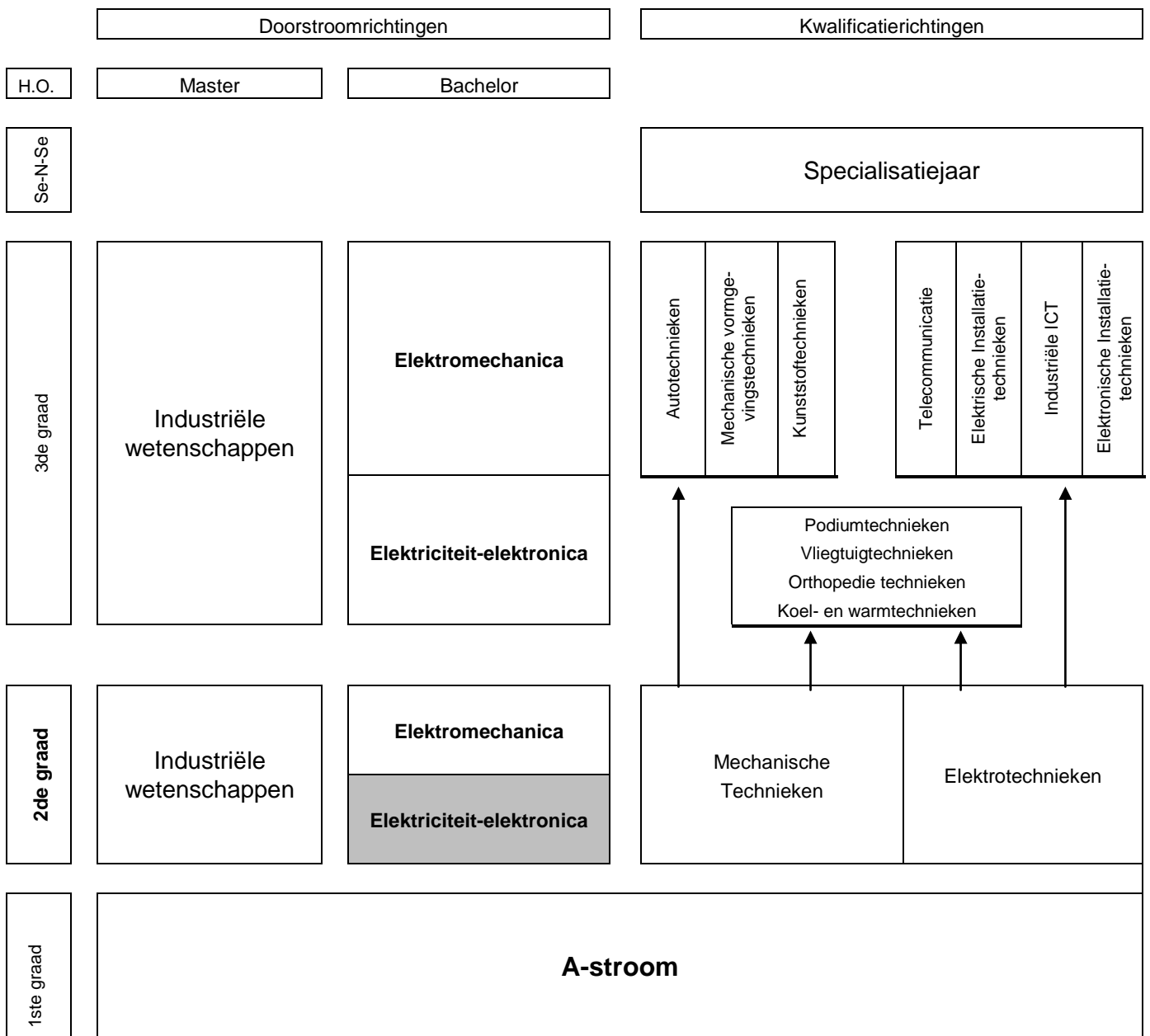
2.3 Instroom

Alle leerlingen uit het 2de leerjaar van de 1ste graad kunnen instromen op voorwaarde dat ze over de nodige capaciteiten beschikken om te leren en te werken in het kader van de theoretische, abstracte, technologisch-wetenschappelijke dimensie van deze studierichting. Gezien het doorstromingskarakter zijn de algemene vakken en zeker taal en wiskunde belangrijke factoren in de oriëntering van de leerlingen naar deze studierichting. Bovendien moeten zij interesse hebben voor technologie en techniek.

In de 1ste graad hebben alle leerlingen technologisch-technische basisinzichten, -vaardigheden en attitudes verworven in het vak Techniek.

Leerlingen vanuit de basisopties Mechanica-elektriciteit en Industriële wetenschappen hebben bovendien via Techniek en Technologische activiteiten bijkomende kennis, inzichten en vaardigheden verworven.

2.4 Situering van de studierichting Elektriciteit-elektronica tso in het logisch tso-curriculum van het studiegebied Mechanica-elektriciteit, Auto, Koeling en warmte.



Dit schema geeft een aantal studierichtingen weer in een aantal studiegebieden van de 2de en de 3de graad tso.

2.5 Factoren die de keuze voor deze studierichting kunnen beïnvloeden

Bepaalde lichamelijke en fysieke gebreken kunnen een belemmerende factor zijn voor het uitoefenen van één of meerdere beroepen waarop deze studierichting voorbereidt. Een gepaste oriëntering en begeleiding is dan ook ten zeerste aangewezen omdat ze invloed hebben op de slaagkansen van de leerlingen.

2.6 Uitstroom

Door het slagen in de studierichting **Elektriciteit-elektronica** 2de graad tso behalen de leerlingen het getuigschrift 2de graad so. De meest logische vervolgopleiding is **Elektriciteit-elektronica** 3de graad tso.

3 Van algemene doelstellingen naar leerplandoelstellingen

3.1 Algemene doelstellingen

Bij de algemene doelstellingen van de studierichting Elektriciteit-elektronica 2de graad tso dienen leerlingen competenties te verwerven die nodig zijn om zich binnen deze doorstromingsrichting 'elektriciteit' en 'elektronica' eigen te maken. Dit gebeurt door:

- te zoeken naar verbanden tussen onderdelen van de leerstof of tussen nieuwe leerstof en voorkennis: **Relateren**;
- hoofd- en bijzaken te onderscheiden, grote hoeveelheden informatie reduceren tot enkele relevante delen: **Selecteren en synthetiseren**;
- leerstof schematisch te ordenen: **Structureren**;
- informatie te bestuderen vertrekkend vanuit een geheel naar onderdelen en deelproblemen: **Analyseren**;
- een oordeel te vormen, conclusies te trekken: **Verwerken**;
- via transfers vanuit het geleerde nieuwe kennis te construeren: **Ontwerpen**.

3.2 Clustering van de leerplandoelen

Bij het clusteren van de leerplandoelen maken we het onderscheid tussen de doelen die gerealiseerd dienen te worden in alle leerplandelen en de specifieke doelstellingen.

Dit geeft voor het leerplan de volgende structuur:

- doelstellingen te realiseren in alle leerplandelen;
- specifieke doelstellingen te realiseren in **Elektriciteit**;
- specifieke doelstellingen te realiseren in **Elektrische schakeltechnieken**;
- specifieke doelstellingen te realiseren in **Mechanica**;
- specifieke doelstellingen te realiseren in **Elektronica**.

3.2.1 *Doelstellingen te realiseren in alle leerplandelen*

3.2.1.1 Vervolgstudies – professionele loopbaan

De leerling kan zich situeren in de leer- en loopbaanmogelijkheden van de studierichting Elektriciteit-elektronica.

3.2.1.2 Planning – organisatie

De leerling kan, rekening houdend met planning en organisatie, zijn realisaties voorbereiden.

3.2.1.3 Veiligheid - Milieu - Duurzaamheid

De leerling kan zijn realisaties voorbereiden en uitvoeren, rekening houdend met de voorschriften en de regelgeving rond veiligheid, gezondheid, preventie en milieu.

De leerling kan de ecologische voetafdruk van het toegepaste technologisch proces inschatten en hieruit de meest geschikte techniek implementeren.

3.2.1.4 Evaluatie

De leerling kan bij zijn realisaties het proces en het product evalueren.

3.2.1.5 Experimenten

De leerling kan eenvoudige experimenten opzetten met als doel wetmatigheden uit elektriciteit, elektrische schakeltechnieken, elektronica en mechanica te toetsen aan de praktijk.

3.2.2 Specifieke doelstellingen te realiseren in Elektriciteit

In de 2de graad wordt in elektriciteit hoofdzakelijk gewerkt rond het stimuleren van de creativiteit, meetvaardigheid en het inzichtelijk denken van de leerlingen. Concreet worden onderstaande competenties vooropgesteld:

De leerling kan:

- door zijn meetvaardigheid de resultaten van een zelfstandig uitgevoerd experiment wiskundig duiden in het kader van de wetmatigheden van het domein elektriciteit;
- door zijn rekenvaardigheid de wetmatigheden van de elektriciteit toepassen;
- zelfstandig eenvoudige experimenten opzetten met als doel wetmatigheden uit het domein elektriciteit te toetsen aan de praktijk;
- na het uitvoeren van een experiment of realisatie, nauwgezet rapporteren in functie van de werking van de realisatie en/of het theoretische kader van het experiment.

3.2.3 Specifieke doelstellingen te realiseren in Elektrische Schakeltechnieken

In de 2de graad wordt in elektrische schakeltechnieken gewerkt rond technologische inzichten en zijn toepassingen, het communiceren en ontwerpen via de tekentaal en het realiseren van eenvoudige toepassingen. Concreet worden onderstaande competenties vooropgesteld:

De leerling kan:

- technisch communiceren met behulp van tekeningen en schema's;
- veilige elektrische uitrusting bouwen;
- door zijn kritische en analytische ingesteldheid eenvoudige processen uitrafelen tot eenduidige algoritmen die hen in staat stellen processen te automatiseren;
- door zijn inzicht in het verloop van processen algoritmes opdelen in subalgoritmes, die hem toelaten structuur te handhaven in proceduregerichte programma's;
- na het uitvoeren van een experiment of realisatie, nauwgezet rapporteren in functie van de werking van de realisatie en/of het theoretische kader van het experiment.

3.2.4 Specifieke doelstellingen te realiseren in Mechanica

De leerling verwerft in mechanica, middels het realiseren van proefopstellingen en uitvoeren van experimenten, basisinzichten in de wiskundige wetenschappelijk onderbouwde wetmatigheden van de mechanica in het bijzonder de statica, kinematica en dynamica. Hij kan ze met succes toepassen in de theoretisch-technologische vakken van de vervolgopleiding. Concreet worden onderstaande competenties vooropgesteld:

De leerling kan:

- via de basisinzichten in de wetmatigheden van de mechanica lab opstellingen realiseren en experimenten uitvoeren;
- door zijn rekenvaardigheid de wetmatigheden van de mechanica toepassen.

3.2.5 Specifieke doelstellingen te realiseren in Elektronica

In de 2de graad wordt in elektronica hoofdzakelijk rond het stimuleren van de meetvaardigheid en het inzichtelijk denken van de leerlingen gewerkt.

De leerling kan:

- door zijn meetvaardigheid de resultaten van een zelfstandig uitgevoerd experiment wiskundig duiden in het kader van de wetmatigheden van het domein elektronica;
- door zijn rekenvaardigheid de wetmatigheden van de elektronica toepassen;
- door zijn kritische en analytische ingesteldheid processen uitrafelen tot eenduidige algoritmes, die hem toelaten deze processen te automatiseren;
- door zijn inzicht in het verloop van processen algoritmes opdelen in subalgoritmes, die hem toelaten structuur te handhaven in proceduregerichte programma's;
- zelfstandig eenvoudige experimenten opzetten met als doel wetmatigheden uit het domein elektronica te toetsen aan de praktijk;
- door zijn creativiteit en zijn probleemoplossende ingesteldheid bij het uitvoeren van experimenten en/of realisaties, actief en zelfsturend deelnemen aan zijn leer- en evaluatieproces;
- na het uitvoeren van een experiment en/of realisatie, nauwgezet rapporteren in functie van de werking en het theoretische kader van het experiment.

3.3 Na te streven attitudes in de studierichting Elektriciteit-elektronica

Het is enorm belangrijk om attitudes bewust en expliciet op diverse momenten na te streven. Attitudes die bijzondere aandacht verdienen zijn:

- **Verantwoordelijkheidszin**
Het belang van het eigen handelen onderkennen en plichtsbewust handelen.
- **Teamgeest**
Met tegenstrijdige belangen tussen medeleerlingen kunnen omgaan.
- **Overtuigingskracht**
Een eigen mening onderbouwen en argumenteren.
- **Analytisch denken**
Een probleem in zijn verschillende elementen bekijken.
- **Leergierig zijn**
Actief zoeken naar situaties om zijn competentie te verbreden en te verdiepen.

- Synthetisch denken
Verschillende elementen die tot een oplossing leiden, samenbrengen.
- Kwaliteitsbewust zijn
In staat zijn om in te schatten aan welke vereisten de studieresultaten moeten voldoen.
- Organiseren
Het eigen leerproces organiseren en sturen.
- Planmatig werken
Structuur aanbrengen in tijd en ruimte en prioriteiten leren leggen bij de aanpak en het verloop van de studie.

Al deze attitudes terzelfder tijd nastreven is uiteraard onmogelijk. Het is daarom aangewezen tijdens afgesproken periodes telkens één of enkele attitudes expliciet te benadrukken.

3.4 Relaties met de vakken van de basisvorming

Bepaalde leerinhouden hebben een vakoverschrijdend karakter, bijvoorbeeld 'communicatieve vaardigheden'. Dergelijke leerinhouden kunnen vakoverschrijdend worden aangebracht. Het lerarenteam van de studierichting Elektriciteit-elektronica 2de graad tso kan in onderlinge afspraak werken aan het samenstellen en presenteren van een dossier voor een thema of project.

4 Algemene pedagogisch-didactische wenken

4.1 Inleiding

Dit leerplan wil hoofdzakelijk een leidraad zijn. De erin opgenomen doelstellingen en leerinhouden zijn een referentiekader waarmee het lerarenteam vrij kan omgaan. Het is zelf verantwoordelijk voor de wijze waarop deze doelstellingen door de leerlingen kunnen worden verworven.

Het leerplan op zich mag in geen geval een excuus zijn om geen rekening te houden met de noden van de maatschappij en de verwachtingen van de leerlingen. Daarom is het noodzakelijk dat er voldoende aandacht blijft bestaan voor opvoeding, voor ontplooiingskansen van elke individuele leerling, voor geloofsovertuiging ...

Het is belangrijk dat leerlingen tijdens hun leerproces succes beleven. Zij moeten dan ook voldoende worden gewaardeerd voor het gepresteerde werk.

4.2 Werken aan de realisatie van het studierichtingsprofiel (SRP)

4.2.1 *Betekenis "Werken aan de realisatie van het studierichtingsprofiel"*

Onder "Werken aan de realisatie van het studierichtingsprofiel" verstaan we een aanpak waarbij we vertrekken vanuit de samenhang tussen diverse toepassingsgebieden.

Om de link met de realiteit van het bedrijfsleven te leggen en om zo tot een uitdagende studierichting te komen, gaan we dan ook in Elektriciteit-elektronica 2de graad tso analyses maken van realisaties die gebruik maken van moderne technologieën.

Verder moet er ook gewerkt worden aan het verwerven van een theoretische basis via wiskunde en toegepaste wetenschappen, daar waar mogelijk, in relatie met de studie van realisaties en het uitvoeren van experimenten.

4.2.2 *Voordelen van het werken aan de realisatie van het studierichtingsprofiel*

Een goed omschreven studierichtingsprofiel vergroot de **herkenbaarheid** van de gevolgde studierichting voor leerlingen, ouders en bedrijfswereld.

Voor de betrokken leraars moet het SRP de toetssteen zijn om de doelen te kaderen.

5 Evaluatie

5.1 Wat is evalueren?

Evalueren is het verzamelen en beoordelen van gegevens over de prestaties van leerlingen. Deze prestaties moeten gerelateerd zijn aan de door het onderwijs geformuleerde doelstellingen.

5.2 Wat en waarom evalueren?

Evalueren is geen doel op zich. Het maakt deel uit van het didactisch proces. Via evalueren krijgen de leerlingen en de leraar informatie over de bereikte en de niet-bereikte leerdoelen.

Zowel het **proces** als het **product** worden geëvalueerd. De klemtoon ligt daarbij uiteraard op het proces want de hoofdbedoeling van het evalueren is bijsturen, remediëren.

Met het proces bedoelen we het leerproces van de lerende. Dit proces bestaat uit het verwerken van de aangeboden leerinhouden die toelaten de doelen te realiseren, het evalueren van die doelstellingen en het bijsturen of remediëren.

De evaluatie van het product is een meting die aangeeft of de lerende in voldoende mate de vooropgestelde doelen heeft bereikt.

Bij het evalueren wordt aandacht besteed aan:

- kennis,
- vaardigheden,
- attitudes,

en aan de samenhang ertussen.

Met het oog op het realiseren van het studierichtingsprofiel is het belangrijk dat de lerende via zelfevaluatie zijn eigen leerproces leert bijsturen om te komen tot competenties die hij nodig heeft om verder te studeren in het hoger onderwijs.

5.3 Wanneer evalueren?

Het lerend bezig zijn van de leerlingen en de vorderingen die ze daarbij maken worden permanent geëvalueerd en bijgestuurd.

Naast deze vorm van evalueren moet met het oog op het studierichtingsprofiel worden nagegaan of de beoogde doelen van de leercompetenties gehaald worden. Hiervoor zijn evaluaties van grotere leerinhouden nodig. Deze evaluaties kunnen gebeuren tijdens examenperiodes die door de school worden vastgelegd.

Verder kunnen de leerlingen ook nog periodiek aan de hand van goed gekozen projecten en thema's worden geëvalueerd. Deze evaluaties van de projecten en thema's hebben altijd het studierichtingsprofiel en de daarmee samenhangende leerdoelen op het oog.

Evalueren helpt het onderwijsproces sturen. Daarom wordt het evalueren doorgedreven geïntegreerd in dat onderwijsproces. Evaluatie is geen afzonderlijke activiteit maar is een leermoment, daardoor worden het leerproces van de leerling en de instructie van de leraar geoptimaliseerd.

5.4 Hoe evalueren?

Tussen de doelstellingen de gekozen werkvorm en de evaluatie is er een sterke relatie.

Indien we een formatieve evaluatie van het proces nastreven is het doel ervan goede feedback te kunnen geven. Er is sprake van een kwaliteitsvolle feedback indien de terugkoppeling van gegevens tot doel heeft de lerende ermee vooruit te helpen.

Indien we een summatieve evaluatie van het product nastreven is het doel ervan het uitspreken van een eindoordeel over de prestaties van de leerling. Deze evaluatie is gericht op het beslissen of een leerling al dan niet mag overgaan of een het diploma kan behalen.

Eigenschappen van evaluaties

- juiste conclusies trekken uit de resultaten (validiteit);
- herhaald gebruik onder gelijke condities levert dezelfde resultaten op (betrouwbaarheid);
- elke leerling krijgt dezelfde kansen (objectiviteit);
- de beoordelaar heeft geen invloed (objectiviteit);
- de nodige informatie wordt verstrekt (transparantie);
- de beoordeling is te rechtvaardigen (normering);
- participatie in de evaluatie (leerlingenbetrokkenheid);
- sluiten aan bij het beroepsleven (authenticiteit).

5.5 Hoe rapporteren?

De rapportering gebeurt niet louter via een cijferrapport. De vorderingen van de leerling en vooral de tips voor remediëren worden in een eenvoudige en directe taal omschreven.

Een soort portfolio of dossier bijhouden van de gerealiseerde projecten (eventueel geïllustreerd met foto's) kan een middel zijn om de succesbeleving te bevorderen.



Leerplannen van het VVKSO zijn het werk van leerplancommissies, waarin begeleiders, leraren en eventueel externe deskundigen samenwerken.

Op het voorliggende leerplan kunt u als leraar ook reageren en uw opmerkingen, zowel positief als negatief, aan de leerplancommissie meedelen via e-mail (leerplannen.vvksso@vsko.be).

Vergeet niet te vermelden over welk leerplan u schrijft: vak, studierichting, graad, nummer.

Langs dezelfde weg kunt u zich ook aanmelden om lid te worden van een leerplancommissie.

In beide gevallen zal de coördinatieceel leerplannen zo snel mogelijk op uw schrijven reageren.

6 Leerplandoelstellingen en leerinhouden: Elektriciteit-elektronica

6.1 Doelstellingen te realiseren in alle leerplandelen

6.1.1 Vervolgstudies – professionele loopbaan

De leerling kan zich situeren in de leer- en loopbaanmogelijkheden van de studierichting Elektriciteit-elektronica.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
1 De eigenheid van de diverse beroepen uit de Industriële sector met eigen woorden uitleggen.	<ul style="list-style-type: none">• Diverse beroepen uit de sector van de Elektriciteit-elektronica• Eigenheid<ul style="list-style-type: none">– ontwerp– productie
2 De bedrijven in de buurt van de school herkennen.	<ul style="list-style-type: none">• Bedrijven in de buurt van de school<ul style="list-style-type: none">– productengamma– tewerkstelling– duurzame aanpak in een bedrijf
3 Factoren die de eigen keuze naar vervolgonderwijs beïnvloeden met eigen woorden uitleggen.	<ul style="list-style-type: none">• De hoofddoelstellingen van de vervolgstudierichtingen• De studierichtingen die aansluiten op deze studierichting

6.1.2 Planning – Organisatie

De leerling kan, rekening houdend met planning en organisatie, zijn realisaties voorbereiden.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
4 Een planning van de gezamenlijke en/of eigen uit te voeren experimenten in overleg opstellen, bijsturen en evalueren.	<ul style="list-style-type: none">• Planning van de gezamenlijke werkzaamheden• Planning van de eigen werkzaamheden• Afspraken in overleg
5 De materialen- en productenstroom in de school herkennen.	<ul style="list-style-type: none">• Materialen, producten<ul style="list-style-type: none">– toevoer, verwerking, afvoer
6 Zorg dragen voor de eigen leeromgeving.	<ul style="list-style-type: none">• Studie-, onderzoeks- en werkomgeving• Inrichting• Organisatie• Orde• Netheid

6.1.3 Veiligheid - Milieu - Duurzaamheid

De leerling kan zijn realisaties voorbereiden en uitvoeren, rekening houdend met de voorschriften en de regelgeving rond veiligheid, gezondheid, preventie en milieu.

De leerling kan de ecologische voetafdruk van het toegepaste technologisch proces inschatten en hieruit de meest geschikte techniek implementeren.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

7	Op de arbeidsplaats naar best vermogen zorg dragen voor de eigen veiligheid en gezondheid en deze van de andere personen, in overeenstemming met de gegeven instructies en met de verkregen opleiding.	<ul style="list-style-type: none">• Veiligheid• Gezondheid• Instructies
8	Op de juiste wijze gebruik maken van machines, toestellen, gereedschappen, gevaarlijke stoffen, vervoermiddelen en andere middelen die ter beschikking worden gesteld.	<ul style="list-style-type: none">• Gebruiksaanwijzing• Machine-instructiekaart• Veiligheidsinstructiekaart• Gevaarlijke stoffen• Etikettering
9	Op de juiste wijze gebruik maken van de persoonlijke beschermingsmiddelen die ter beschikking worden gesteld, en deze na gebruik weer opbergen.	<ul style="list-style-type: none">• Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's)
10	De veiligheidsvoorzieningen van machines, toestellen, gereedschappen, installaties en gebouwen herkennen, deze voorzieningen op de juiste manier gebruiken en ze niet willekeurig uitschakelen, veranderen of verplaatsen.	<ul style="list-style-type: none">• Collectieve beschermingsmiddelen (CBM's)• Signalisatie,• Pictogrammen• Noodprocedures• Evacuatieprocedures
11	Bij de realisaties energieverbruik en recyclagemogelijkheden herkennen.	<ul style="list-style-type: none">• Materiaalkeuze• Productieproces
12	Afvalverwerking volgens voorschriften toepassen.	<ul style="list-style-type: none">• Normen en procedure

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENK

Een steentje bijdragen om het afvalbeleid van de school te respecteren.

6.1.4 Evaluatie.

De leerling kan bij zijn realisaties het proces en het product evalueren.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

13	Bij de uitvoering van constructies, het proces en product/constructie evalueren op duurzaamheid.	<ul style="list-style-type: none">• Rekening houden met:<ul style="list-style-type: none">- economisch
----	--	--

		- sociaal
		- ecologisch
14	Tijdens de uitvoering van constructies, uitvoeringsfouten ontdekken en oplossingen formuleren.	<ul style="list-style-type: none"> • Uitvoeringsfouten • Suggesties tot bijsturen
15	Na het uitvoeren van een experiment en/of het realiseren van een project in team, het project en het proces evalueren en op basis daarvan voorstellen tot bijsturen formuleren.	<ul style="list-style-type: none"> • Productevaluatie • Procesevaluatie

6.1.5 Experimenten

De leerling kan eenvoudige experimenten opzetten met als doel wetmatigheden uit elektriciteit, elektrische schakeltechnieken, elektronica en mechanica te toetsen aan de praktijk.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHouden

- | | |
|----|--|
| 16 | Van onderstaande leerinhouden proefopstellingen voorbereiden, uitvoeren en resultaten formuleren en toelichten. |
| 17 | Onder begeleiding verschillende fasen van de gebruikte onderzoeksmethoden in een zelf uitgevoerd experiment herkennen. |
| 18 | Onder begeleiding een onderzoeksvraag bij een eenvoudig probleem formuleren. |
| 19 | Onder begeleiding gepaste hulpmiddelen en informatie gebruiken om gegevens te verzamelen, relaties te onderzoeken en resultaten voor te stellen. |
| 20 | Onder begeleiding reflecteren over te bekomen resultaten en over de aangewende methode. |

6.2 Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Elektricititeit

6.2.1 Algemeen

In de 2de graad wordt in de vormingscomponent elektriciteit hoofdzakelijk gewerkt rond het stimuleren van de creativiteit, meetvaardigheid en het inzichtelijk denken van de leerlingen. Concreet worden onderstaande competenties vooropgesteld:

- door zijn meetvaardigheid de resultaten van een zelfstandig uitgevoerd experiment wiskundig duiden in het kader van de wetmatigheden van het domein elektriciteit;
- door zijn rekenvaardigheid de wetmatigheden van de elektriciteit toepassen;
- zelfstandig eenvoudige experimenten opzetten met als doel wetmatigheden uit het domein elektriciteit te toetsen aan de praktijk;
- na het uitvoeren van een experiment of realisatie, nauwgezet rapporteren in functie van de werking van de realisatie en/of het theoretische kader van het experiment.

(U): doelstellingen en leerinhouden die als uitbreiding kunnen behandeld worden.

6.2.2 De basisbegrippen van de elektriciteit verklaren.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
21 De basisgrootheid van elektriciteit definiëren.	<ul style="list-style-type: none">• Elektrische stroom (verplaatsing van ladingen per tijdseenheid)• Hoeveelheid elektriciteit (Wet van Faraday)
22 Een elektrische stroomkring tekenen, opbouwen en de functie van de componenten toelichten.	<ul style="list-style-type: none">• Soorten kringen<ul style="list-style-type: none">– open kring– gesloten kring• Componenten<ul style="list-style-type: none">– bron (spanning, polariteit, stroomzinnen)– geleiders (goede en slechte)– isolatoren– schakelaar– verbruiker, weerstand, belasting• Functie van de componenten
23 Meettoestellen schakelen in een elektrische kring en elektrische grootheden meten (¹).	<ul style="list-style-type: none">• Elektrische grootheden<ul style="list-style-type: none">– spanning– stroom– weerstand• Correct gebruik van digitale Multimeter• De relatie tussen ingesteld meetbereik en afgelezen waarde
24 Aan de hand van metingen het verband tussen de spanning over - en de stroom door een verbruiker verklaren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none">• Wet van Ohm• Berekeningen

6.2.3 Elektrische arbeid en vermogen meten en berekenen.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
25 De relatie tussen de elementen van elektrische arbeid en vermogen verklaren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none">• Waarneembaarheid van elektrische arbeid• Wet van Joule• Joule-effect• Berekeningen
26 De relatie tussen de elementen van elektrisch	<ul style="list-style-type: none">• Definitie van vermogen

¹ In het hoofdstuk metrologie van het leerplan toegepaste fysica worden verbandhoudende doelen en inhouden aangebracht, voornamelijk het gebruik van beduidende cijfers en wetenschappelijke voorvoegsels wordt in overleg met de leerkracht toegepaste fysica eenduidig toegepast.

	vermogen interpreteren en waarden berekenen.	• Afgeleide formules
27	Elektrisch vermogen en arbeid meten.	• Stroom-spanningmeting • Wattmeter • kWh - meter
28	Het begrip rendement verklaren en wiskundig duiden.	

6.2.4 *Het schakelen van verbruikers wiskundig duiden.*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

29	Vanuit een experiment de eigenschappen van een serieschakeling van verbruikers verklaren en wiskundig duiden.	• Verdeling van spanning
30	Vanuit een experiment de eigenschappen van een parallelschakeling van verbruikers verklaren en wiskundig duiden.	• Verdeling van stroom
31	De eigenschappen van serie- en parallelschakeling van weerstanden toepassen in een gemengde schakeling en de berekende resultaten toetsen in een praktische opstelling.	• Gemengde schakelingen – vervangingsweerstand – deelspanningen en -stromen – metingen
32	Vanuit een experiment de eigenschappen van een onbelaste en belaste spanningsdeler verklaren en wiskundig duiden.	

6.2.5 *De eigenschappen van bronnen toelichten.*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

33	Een eenvoudige galvanische cel opbouwen en de principewerking ervan toelichten.	• Opbouw en principewerking – anode – kathode – zuur of alkalisch midden
34	Het begrip ladingscapaciteit van een chemische bron met behulp van een voorbeeld toelichten.	
35	De hoofdeigenschappen van een spanningsbron verklaren en wiskundig duiden.	• Hoofdeigenschappen – inwendige weerstand – kortsluitstroom van een bron – klemspanning – inwendige spanning – inwendige spanningsval – max stroomsterkte • Ideale spanningsbron

36	De relatie tussen de eigenschappen van een galvanische cel en die van een samengestelde galvanische spanningsbron experimenteel vaststellen.	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenschappen van de serieschakeling van bronnen <ul style="list-style-type: none"> – metingen – inwendige weerstand – klemspanning – ladingscapaciteit
37	Herlaadbare en niet herlaadbare galvanische cellen herkennen en toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> • Spanning • Opladmethode • Milieuvoorschriften • Soorten (eigenschappen)

6.2.6 De factoren die de weerstand van een geleider beïnvloeden duiden.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

38	Van uit een experiment de factoren die de weerstand van een vaste geleider beïnvloeden verklaren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Wet van Pouillet • Berekeningen • Spanningsverlies in geleiders
39	De invloed van de temperatuur op een geleider verklaren en duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Invloed van de temperatuur <ul style="list-style-type: none"> – PTC – NTC • Supergeleiding

6.2.7 De begrippen van het elektromagnetisme duiden.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

40	De basisbegrippen van het magnetisme toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> • Basisbegrippen <ul style="list-style-type: none"> – magnetische massa – poolpunt, poolas en poolafstand – krachtwerking tussen magneten – permeabiliteit
41	De specifieke begrippen van het magnetisme duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Specifieke begrippen: <ul style="list-style-type: none"> – magnetisch veld – magnetische veldsterkte – magnetische flux – magnetische inductie (fluxdichtheid)
42	De proef van Oersted uitvoeren en de waarnemingen verklaren.	

43	Vanuit experimenten de factoren die de veldsterkte beïnvloeden vaststellen.	<ul style="list-style-type: none"> • Magnetische veldsterkte: <ul style="list-style-type: none"> – rond een rechte geleider – in een winding – in een solenoïde – in een elektromagneet
44	De magnetische keten toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> • Magnetische keten: <ul style="list-style-type: none"> – gesloten – open • Toepassingen elektromagnetisme • Wet van Hopkinson
45	Het hysteresisverschijnsel experimenteel vaststellen.	<ul style="list-style-type: none"> • Remanent magnetisme • Magnetische saturatie • Hysteresis (B-H) curven
46	Vanuit een proefopstelling het gedrag van een stroomvoerende geleider in een magnetisch veld toelichten en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Lorentzkracht <ul style="list-style-type: none"> – grootte, zin en richting • Toepassingen
47	Het ontstaan van de kracht tussen twee evenwijdige stroomvoerende geleiders toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> • Grootte, richting en zin • Toepassingen
48	Vanuit een proefopstelling het ontstaan van gegenereerde spanning ten gevolge van beweging verklaren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Grootte, richting en zin • Toepassingen
49	De relatie tussen de factoren die ze beïnvloeden wiskundig beschrijven.	<ul style="list-style-type: none"> • Factoren <ul style="list-style-type: none"> – magnetische inductie – lengte van een geleider – loodrechte projectie
50	Vanuit een proefopstelling het ontstaan van geïnduceerde spanning tengevolge van fluxverandering verklaren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Grootte, richting en zin • Wet van Lenz • Toepassingen
51	Zelfinductiecoëfficiënt 'L' van een spoel verklaren en wiskundig duiden.	
52	Vanuit een proefopstelling wederzijdse inductie verklaren.	<ul style="list-style-type: none"> • Wederzijdse inductie, transformator • Toepassingen
53	Het verband tussen de factoren die wederzijdse inductie beïnvloeden wiskundig duiden.	

6.2.8 *Het werkingsprincipe van een condensator duiden.*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

54	De krachtwerking tussen ladingen duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Wet van Coulomb • Analogie met de gravitatiewet van Newton
----	--	---

55	Het begrip elektrostatische veldsterkte duiden.	<ul style="list-style-type: none"> Analogie met de gravitatieveldsterkte en de derde wet van Newton.
56	Het begrip capaciteit toelichten.	
57	De principiële opbouw van een condensator toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> Soorten Eigenschappen

6.2.9 Opslag van elektrische energie duiden.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

58	Energie opgeslagen in een elektrisch veld wiskundig duiden.	
59	Energie opgeslagen in een magnetisch veld wiskundig duiden.	
60	Het gedrag van een condensator en een spoel op een constante gelijkspanning toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> Metingen met condensator Grafische voorstelling Overgangsfase en regimetoestand Tijdsconstante

6.2.10 Enkelvoudige wisselstroomkringen meten en berekenen.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

61	Bij de serieschakeling van spoelen of condensatoren de vervangende zelfinductie respectievelijk capaciteit bepalen. (U)	
62	Bij de parallelschakeling van spoelen of condensatoren de vervangende zelfinductie respectievelijk capaciteit bepalen. (U)	
63	Bij de gemengde schakeling van spoelen of condensatoren de vervangende zelfinductie respectievelijk capaciteit bepalen. (U)	
64	Het ontstaan van een sinusoïdaal signaal beschrijven.	<ul style="list-style-type: none"> Voorstelling in de tijd Vectorvoorstelling Begrippen Wiskundige (ogenblikkelijke) voorstelling
65	Het gedrag van een weerstand, spoel en condensator op wisselspanning toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> Ideale weerstand Ideale spoel Ideale condensator
66	Enkelvoudige wisselstroomketens opbouwen en bemeten op verschillende frequenties.	<ul style="list-style-type: none"> Spoel met gelijkstroomweerstand (serie), impedantie
67	De resultaten van experimenten toetsen aan grafisch bepaalde waarden.	<ul style="list-style-type: none"> Condensator met gelijkstroomweerstand (parallel), impedantie
68	De resultaten van experimenten toetsen aan bere-	<ul style="list-style-type: none"> Vectorvoorstelling

kende waarden

- De complexe operator 'j' ('i') (**U**)
- Complexe notatie van een wisselstroom of spanning
 - amplitude
 - fase
- Bewerkingen met complexe getallen in recht-hoekcoördinaten (**U**)
- Bewerkingen met complexe getallen in poolcoördinaten (**U**)

6.3 Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Elektrische schakeltechnieken

6.3.1 Algemeen

De leerling kan:

- technisch communiceren met behulp van tekeningen en schema's;
- veilige elektrische uitrusting bouwen;
- door zijn kritische en analytische ingesteldheid eenvoudige processen uitrafelen tot eenduidige algoritmen die hen in staat stellen processen te automatiseren;
- door zijn inzicht in het verloop van processen algoritmes opdelen in subalgoritmes, die hem toelaten structuur te handhaven in proceduregerichte programma's;
- na het uitvoeren van een experiment of realisatie, nauwgezet rapporteren in functie van de werking van de realisatie en/of het theoretische kader van het experiment.

(U): doelstellingen en leerinhouden die als uitbreiding kunnen worden behandeld, middels het realiseren van proefopstellingen en uitvoeren van experimenten.

6.3.2 Technisch communiceren met behulp van tekeningen en schema's.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

69	Van de uit te voeren werkzaamheden de tekeningen en schema's lezen en de uitvoeringstekeningen aanvullen.	<ul style="list-style-type: none">• Symbolische voorstelling• Componenten• Codering
----	---	---

6.3.3 Veilige elektrische uitrusting bouwen.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|---|---|
| 70 | Aan de hand van een elektrisch schema en technische documentatie, de functie en onderlinge relatie van de componenten in een systeem voor elektrische energieverdeling verklaren. | <ul style="list-style-type: none"> • Draad, kabel en verbindingen • Beveiligingen • Toepassingen |
| 71 | Aan de hand van een elektrisch schema en technische documentatie volgens vigerende voorschriften kringen voor elektrische energieverdeling realiseren. | |

6.3.4 Elektrische stuur- en vermogenkringen ontwerpen en realiseren.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

72	Aan de hand van het elektrisch schema en technische documentatie volgens vigerende voorschriften, stuur- en vermogenschakelingen opbouwen en testen.	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrische schakelingen <ul style="list-style-type: none"> – enkelpolig – dubbelpolig – wisselschakeling • Stuurschakelingen <ul style="list-style-type: none"> – relais, contactor • Impulsrelais
73	Storingen opsporen in een bestaande schakeling.	<ul style="list-style-type: none"> • Methodiek • Storingen <ul style="list-style-type: none"> – kortsluitingen – slechte contacten en verbindingen

6.3.5 Eenvoudige machinesturingen ontwerpen en realiseren.

74	Binnen een gegeven opdracht diverse actuatoren en schakelcontacten aansluiten en de realisatie testen op functionaliteit.	
75	Met behulp van de documentatie van de fabrikant eenvoudige sturingen met micro PLC's programmeren, realiseren en testen.	<ul style="list-style-type: none"> • Elektro-pneumatische toepassingen •
76	Eenvoudige processen analyseren en eenduidige algoritmen opstellen.	<ul style="list-style-type: none"> • Grafische programmeermethode

6.4 Specifieke doelstellingen te realiseren in Mechanica

6.4.1 Algemeen

De leerling verwerft in mechanica, middels het realiseren van proefopstellingen en uitvoeren van experimenten, basisinzichten in de wiskundige wetenschappelijk onderbouwde wetmatigheden van de mechanica in het bijzonder de statica, kinematica en dynamica. Hij kan ze met succes toepassen in de theoretisch-technologische vakken van de vervolgopleiding. Concreet worden onderstaande competenties vooropgesteld:

De leerling kan:

- via de basisinzichten in de wetmatigheden van de mechanica lab opstellingen realiseren en experimenten uitvoeren;
- door zijn rekenvaardigheid de wetmatigheden van de mechanica toepassen

(U): doelstellingen en leerinhouden die als uitbreiding kunnen worden behandeld, middels het realiseren van proefopstellingen en uitvoeren van experimenten.

6.4.2 Mechanica

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
77 De basisbegrippen van de bewegingsleer beschrijven	<ul style="list-style-type: none">• Scalaire en vectoriele grootte<ul style="list-style-type: none">– voorstelling– som, verschil, projectie• Rust en beweging• Baan<ul style="list-style-type: none">– rechtlijnig, kromlijnig• Bewegingsrichting en –zin• Lengte- en tijdseenheden• Afgelegde weg en verplaatsing• Snelheid• Versnelling• Middelpuntshoek• Graad, radiaal
78 De relatie tussen de elementen van de bewegingen interpreteren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none">• Omrekeningen bij grootheden, eenheden en symbolen• Vectoriële voorstellingen• Eenparig rechtlijnige beweging• Eenparig cirkelvormige beweging• Eenparig veranderlijke rechtlijnige beweging<ul style="list-style-type: none">– vrije val en verticale worp• Eenparig veranderlijke cirkelvormige beweging• Samenstellen van twee eenparige rechtlijnige bewegingen

79	In toepassingen de overbrengingswijze van eenparige bewegingen herkennen en de technologische begrippen van de overbrengingscomponenten toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> • Rechthoekig-cirkelvormig • Cirkelvormig-cirkelvormig • Riemoverbrenging
80	De overbrengingsverhoudingen van mechanismen toelichten en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Tandwielmechanisme • Kettingaandrijving
81	Aan de hand van voorbeelden de traagheidswet toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> • Eerste wet van Newton
82	De invloed van de resulterende kracht en de massa op de bewegingstoestand, toelichten en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Tweede wet van Newton • Grootheden, eenheden en symbolen • Toepassingen
83	De wet van actie en reactie formuleren en toelichten aan de hand van voorbeelden.	<ul style="list-style-type: none"> • Derde wet van Newton
84	Coplaneaire krachten toelichten, samenstellen en ontbinden en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Resultante <ul style="list-style-type: none"> – definitie – bepaling van de resultante: grafisch, analytisch – krachten met dezelfde werklijn – samenlopende krachten – evenwijdige krachten – ontbinding en berekening van de deelkrachten
85	Het moment van een kracht definiëren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Grootheid, eenheid, symbool • Moment van een kracht t.o.v. een punt • Principewerking van een momentsleutel • Moment van een stelsel van coplaneaire krachten t.o.v. een punt • Stelling van Varignon • Ontbinding en berekening van de deelkrachten • Krachtenkoppel • Moment van een krachtenkoppel • Vectoriële voorstelling
86	De algemene evenwichtsvoorwaarden bij lichamen formuleren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Lichamen waarop coplaneaire krachten werken • Vrij en gebonden lichaam <ul style="list-style-type: none"> – lichaam vrijmaken – evenwichtsvoorwaarden – berekening steunpuntreacties • Lichamen ingeklemd en opliggend op twee steunpunten

87	Bij constructies en/of –onderdelen de krachtswerking ervaren.	<ul style="list-style-type: none"> • Eenvoudige krachtmetingen
88	Het begrip glijdende wrijving formuleren, interpreteren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Soorten wrijving: statisch, dynamisch <ul style="list-style-type: none"> – smering – begrippen
89	De begrippen arbeid en vermogen van een kracht in toepassingen interpreteren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeid en vermogen bij een constante kracht en een eenparige rechte beweging <ul style="list-style-type: none"> – de werklijn van de kracht en de beweging vallen samen – de werklijn van de kracht en de beweging maken een hoek
90	Het begrip energie in toepassingen interpreteren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Begrip energie • Mechanische energieomzettingen • Energievormen - duurzame alternatieven • De wet van behoud van energie • Berekenen van potentiële en kinetische energie
91	Proefondervindelijk de plaats van het zwaartepunt van vlakke figuren bepalen, toelichten en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Definitie begrip statisch moment • Bepaling bij enkelvoudige vlakke figuren: vierkant, driehoek, cirkelvormige doorsnede, rechte hoek...
92	Gewichten en hun aangrijpingspunten bij lichamen berekenen.	<ul style="list-style-type: none"> • Bepaling bij samengestelde figuren • Bepaling bij volumes (U)

6.5 Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Elektronica

6.5.1 Algemeen

In de 2de graad wordt in elektronica hoofdzakelijk rond het stimuleren van de meetvaardigheid en het inzichtelijk denken van de leerlingen gewerkt.

De leerling kan:

- door zijn meetvaardigheid de resultaten van een zelfstandig uitgevoerd experiment wiskundig duiden in het kader van de wetmatigheden van het domein elektronica;
- door zijn rekenvaardigheid de wetmatigheden van de elektronica toepassen;
- door zijn kritische en analytische ingesteldheid processen uitrafelen tot eenduidige algoritmes, die hem toelaten deze processen te automatiseren;
- door zijn inzicht in het verloop van processen algoritmes opdelen in subalgoritmes, die hem toelaten structuur te handhaven in proceduregerichte programma's;
- zelfstandig eenvoudige experimenten opzetten met als doel wetmatigheden uit het domein elektronica te toetsen aan de praktijk;
- door zijn creativiteit en zijn probleemoplossende ingesteldheid bij het uitvoeren van experimenten en/of realisaties, actief en zelfsturend deelnemen aan zijn leer- en evaluatieproces;
- na het uitvoeren van een experiment en/of realisatie, nauwgezet rapporteren in functie van de werking en het theoretische kader van het experiment.

(U): doelstellingen en leerinhouden die als uitbreiding kunnen worden behandeld.

6.5.2 Eenvoudige combinatorische digitale systemen ontwerpen en realiseren.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

93	Het verschil tussen en het kenmerk van analoge en digitale signalen toelichten.	<ul style="list-style-type: none">• Analooq versus digitaal signaal• Voor- en nadelen• Toepassingsvoorbeeld van een analooq/digitaal systeem• Digitale of binaire signalen:<ul style="list-style-type: none">– ideale spanningsniveaus– praktische spanningsniveaus
94	Een waarheidstabel definiëren en opstellen uitgaande van een probleemstelling.	<ul style="list-style-type: none">• Probleemomschrijving• In- en uitgangsvaariabelen• Waarheidstabel
95	Logische vergelijkingen opstellen uitgaande van een eenvoudige probleemstelling.	<ul style="list-style-type: none">• Logische functie: begripsomschrijving<ul style="list-style-type: none">– NIET-functie– EN-functie– OF-functie
96	De functie van de basispoorten toelichten.	<ul style="list-style-type: none">• Basispoorten<ul style="list-style-type: none">– NIET / NOT– EN / AND– OF / OR• Waarheidstabellen• Symbolen• Logische vergelijkingen• Tijdsvolgordediagrammen
97	De functie en opbouw van de afgeleide poorten toelichten.	<ul style="list-style-type: none">• Afgeleide poorten<ul style="list-style-type: none">– NEN / NAND– NOF / NOR– EXOF / EXOR– EXNOF / EXNOR• Waarheidstabellen• Symbolen• Logische vergelijkingen• Tijdsvolgordediagrammen

98	De functie en het toepassingsgebied van de Schmitt-trigger toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> • Ideale en praktische spanningsniveaus • Schmitt-Trigger <ul style="list-style-type: none"> – triggerniveaus – hysteresis
99	Zelfstandig een eenvoudig digitaal systeem ontwerpen met discrete logica.	<ul style="list-style-type: none"> • Digitaal systeem <ul style="list-style-type: none"> – probleemvoorstelling – in- en uitgangsvariabelen – waarheidstabel – karnaughdiagramma – simulatie – praktische realisatie
100	De MOSFET als schakelaar bij ohmse belastingen toelichten (U).	<ul style="list-style-type: none"> • MOSFET als schakelaar • Toepassingen

6.5.3 *Het gedrag van lineaire en niet lineaire weerstanden in een elektrische kring verklaren.*

EERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

101	Lineaire weerstanden, specifiek voor elektronische schakelingen, correct kunnen identificeren en gebruiken.	<ul style="list-style-type: none"> • Technologie van lineaire weerstanden (metaalfilm, draadgewonden, koollaag) • Kleurcodering van weerstanden • Technologie van regelbare weerstanden (trimmers, lineair, logaritmisch, stereo) • Dissipatievermogen² van weerstanden en potentiometers • Weerstandslijn opmeten • Invloed van temperatuur op koollaag en metaalfilmweerstand
102	De relatie tussen de grootheden door metingen interpreteren bij niet lineaire weerstanden.	<ul style="list-style-type: none"> • Niet-lineaire weerstanden: <ul style="list-style-type: none"> – LDR – VDR – NTC – PTC
103	De belastingslijn en het werkpunt in een kring met een lineaire en niet-lineaire weerstand bepalen.	<ul style="list-style-type: none"> • Grafische oplossingsmethode voor spanningsdelers

² Arbeid, vermogen en energie komen ter sprake tijdens de lessen mechanica en elektriciteit. Coördinatie met deze vakken is fundamenteel.

6.5.4 Gebruik maken van specifieke meetapparatuur.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
104 Verschillende signalen identificeren.	<ul style="list-style-type: none">• Constante gelijkspanning, veranderlijke gelijkspanning, pulserende gelijkspanning, periodieke signalen, wisselende spanning, wisselspanning, gesuperponeerde spanning
105 De kenmerkende grootheden van de signalen interpreteren en berekenen.	<ul style="list-style-type: none">• Periode en frequentie• Amplitude, topwaarde, effectieve waarde en top-tot-top waarde
106 De functiegenerator instellen en aansluiten.	<ul style="list-style-type: none">• De functie van de functiegenerator• De aansluitingen en instellingen van de functiegenerator• Checklist voor een goede instelling van een uitgangssignaal
107 De oscilloscoop instellen en aflezen.	<ul style="list-style-type: none">• De oscilloscoop als meetinstrument• Beeldvorming, eenvoudig blokschema• Functies, aansluitingen en instellingen• Checklist voor een goed afleesbaar en stabiel beeld:<ul style="list-style-type: none">– Volt/div,– Time/div,– Ground, DC en AC,– Triggering: bron, mode, level
108 De op een oscilloscoop afgelezen resultaten duiden.	<ul style="list-style-type: none">• Interpretatie van de meetresultaten• Nauwkeurigheid van de oscilloscoop• Berekening van de grootheden• Metingen met de oscilloscoop:<ul style="list-style-type: none">– meten van een gelijkspanning– meten van een sinusoïdale wisselspanning: amplitude, top-tot-topwaarde, effectieve waarde, periode en frequentie– meten van een blokspanning (zonder en met DC-component)
109 Een gefundeerde keuze maken tussen meten met een oscilloscoop en een universele meter.	<ul style="list-style-type: none">• Spanning- en stroommetingen met universele meter en met de oscilloscoop• Keuze tussen de oscilloscoop en de universele meter

110	Frequentiemeter en periodemeter instellen en aflezen (U).	<ul style="list-style-type: none"> • De functie van de frequentiemeter en de periodemeter • Eenvoudig blokschema van de frequentiemeter en de periodemeter • De aansluitingen en instellingen van de frequentiemeter en de periodemeter
111	RLC-meettoestel instellen en aflezen. (U)	<ul style="list-style-type: none"> • De aansluitingen en instellingen van het toestel voor R-, L- en C-metingen

6.5.5 *Werking, gedrag en toepassingen van diodes verklaren.*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

112	Het gedrag van de diode in doorlaat en sper beschrijven.	<ul style="list-style-type: none"> • Geïdealiseerde diode • Reële Si-diode • Symbool • Elementaire samenstelling • Vervangschema • Gedrag in doorlaat en in sperzin • Doorlaat- en sperkarakteristiek • Analogie met een open en gesloten schakelaar
113	Vanuit een experiment de invloed van de serie weerstand en de aangelegde spanning op het instelpunt/ werkpunt van een diode bepalen.	<ul style="list-style-type: none"> • Belastinglijn
114	De diode in toepassingen gebruiken	<ul style="list-style-type: none"> • Polariteitsbeveiliging • Spanningsbegrenzing
115	Vanuit een experiment de werking van LEDs toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> • LED <ul style="list-style-type: none"> – soorten – polarisatie – symbool – karakteristieken (lichtintensiteit i.f.v. voorwaartse stroom) – voorschakelweerstand • 7-segmentenuitlezing: <ul style="list-style-type: none"> – soorten – aansturing – aansluitingen – voorschakelweerstand

116	De werking van een zenerdiode toelichten aan de hand van de karakteristiek.	<ul style="list-style-type: none"> • Werking • Toepassing als begrenzer • Metingen
117	Vanuit een experiment de werking van een fotodiode toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> • Principe • Symbool • Uitvoeringsvorm • Karakteristiek • Toepassing
118	Vanuit een experiment de werking van foto-voltaïsche cellen toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> • Principe • Uitvoeringsvorm • Karakteristiek • Toepassing

6.5.6 *Ontwerpen en realiseren van eenvoudige elektronische schakelingen.*

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN	
119	Tekenen van een eenvoudige elektronische schakeling met behulp van een EDA pakket.	<ul style="list-style-type: none"> • Plaatsen van componenten • Simulatie/controle • Exporteren van net- en stuklijsten
120	Tekenen van een eenvoudig printontwerp volgens geldende ontwerpregels met behulp van een EDA-pakket.	<ul style="list-style-type: none"> • Importeren van net- en stuklijsten • Ontwerpregels <ul style="list-style-type: none"> – breedte van printsporen – isolatie tussen printsporen – kopervlakken
121	De productie van een printontwerp voorbereiden en uitvoeren.	<ul style="list-style-type: none"> • Chemisch of CNC-frezen
122	Een analoge elektronische schakeling dimensioneren, solderen, afmonteren en toetsen aan vooraf opgelegde specificaties.	<ul style="list-style-type: none"> • Solderen van componenten • Montage van klein mechanische en elektromechanische onderdelen • Metingen
123	Een digitale elektronische schakeling dimensioneren, solderen, afmonteren en toetsen aan de vooraf opgelegde specificaties.	<ul style="list-style-type: none"> • Solderen van geïntegreerde schakelingen • Montage van klein mechanische en elektromechanische onderdelen • Metingen

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENK

- Kies bij de productie van een printontwerp voor een ecologische methode.
- Denk bij het solderen van componenten aan een goede ventilatie van de ruimte.
- Gebruik loodvrije soldeerdraad of loodvrije soldeer pasta bij het solderen van componenten.

6.5.7 *Ontwerpen en realiseren van digitale systemen met een microcontroller.*

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
124 Van een eenvoudig proces een gedetailleerd en eenduidig algoritme opstellen.	<ul style="list-style-type: none">• Probleemanalyse• Kenmerken van een algoritme
125 In een grafische programmeeromgeving een microcontroller op een bestaand ontwikkelbord programmeren in functie van eenvoudige opdrachten.	<ul style="list-style-type: none">• Grafische programmeeromgeving• Gegevens, variabelen• Operatoren• Enkelvoudige en meervoudige selectie• Lussen en iteraties• Functies en procedures
126 Digitale gegevens verwerken in een proceduregericht programma.	<ul style="list-style-type: none">• Digitale in- en uitvoer
127 Analoge data verwerken in een proceduregericht programma. (U)	<ul style="list-style-type: none">• Analoge in- en uitvoer

6.5.8 *Dimensioneren en bouwen van een elektronische voeding.*

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
128 Doel en opbouw van een voeding toelichten.	<ul style="list-style-type: none">• Doel van een voeding• Blokschema van een voeding
129 De werking van een enkelzijdige gelijkrichter toelichten.	<ul style="list-style-type: none">• Schema-analyse• Gelijkgerichte waarde van een spanning• Controlemetingen met oscilloscoop en multimeter
130 De werking van gelijkrichterschakeling met bruggelijkrichter toelichten.	<ul style="list-style-type: none">• Schema-analyse• Gelijkgerichte waarde van een spanning• Controlemetingen met oscilloscoop en multimeter
131 De grenswaarden van een diode toelichten en hieruit de nodige conclusies bij de keuze van een diode trekken.	

132	Doel en werking van een afvlakschakeling met condensator kunnen toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> • Afvlakking bij bruggelijkrichter • Invloed van de capaciteit van de condensator op gelijk- en rimpelspanning • Invloed van de belasting op gelijk- en rimpelspanning • Controlemetingen met oscilloscoop en multimeter
133	De werking en functie van enkele bijzondere gelijkrichterschakelingen toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> • Dubbelzijdige gelijkrichting voor symmetrische voedingsspanningen • Spanningverdubelaar en cascadeschakeling (U)
134	Doel en werking van een spanningsstabilisator voor een vaste positieve uitgangsspanning kunnen toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> • Basisschakeling • Controlemetingen
135	Het schema van een voeding met een instelbare spanningsstabilisator ontwerpen en testen. (U)	<ul style="list-style-type: none"> • Basisschakeling • Controlemetingen
136	Een voeding ontwerpen, bouwen en testen.	

7 Minimale materiële vereisten

7.1 Infrastructuur

7.1.1 Labo

Men dient te beschikken over een ruime werkplaats, die beantwoordt aan de reglementaire eisen op het vlak van veiligheid, gezondheid, hygiëne, ergonomie en milieu. In het bijzonder wordt er aandacht gevraagd voor het verfraaien en het inrichten van oude of verouderde werkplaatsen. Zij bepalen immers in belangrijke mate het leer- en leefklimaat van de leerlingen. Voor alle betrokkenen blijft het een belangrijke uitdaging om voor deze leerlingengroep een aangename leeromgeving te creëren. Ook moet er voldoende ruimte worden voorzien voor het stapelen van materialen, het bergen van zwaar materieel en het opbergen van onderhoudsmateriaal. Een ruimte voor het wegbergen van dure of breekbare gereedschappen en meettoestellen is eveneens geen overbodige luxe.

Daarnaast zijn volgende lokalen, liefst aangrenzend, noodzakelijk:

- een goed uitgerust klaslokaal met documentatiecentrum
- een goed uitgerust informaticalokaal met internetaansluiting
- een wasplaats
- een kleedkamer

7.1.2 Vaklokaal

Algemeen

- Schoolmeubilair
- Projector
- Pc's, printer, software (tekstverwerking, rekenblad, bestandsbeheer, simulatiepakketten, CAD- tekenpakket)

7.2 Specifieke minimale materiële vereisten per vak

7.2.1 Elektriciteit

Dit is een geïntegreerd pakket, het veronderstelt derhalve een goed uitgerust vaklokaal voorzien van moderne media voor het aanschouwelijk aanbrengen van nieuwe inhoud. Alle experimenten opgenomen in dit leerplan zijn **doeproeven**, niettemin zijn enkele didactische meetinstrumenten en didactische panelen onontbeerlijk voor het begeleiden van de door de leerlingen uitgevoerde experimenten.

De opstelling van het meubilair in het vaklokaal spoort de leerlingen aan om niet alleen van de leerkracht maar ook van de medeleerlingen te leren, een ruim lokaal waar experimenten en theorie elkaar dienen.

Uitrusting per meetgroep

- Universeel plug-in systeem
- Plug-in componenten, weerstanden spoelen en condensatoren
- Meetsnoeren
- Multimeters

- Regelbare, begrensde voeding (0-30V, 0-2A)
- LF-Functiegenerator
- LF-Oscilloscoop
- Begrensde stroombron voor doeproeven rond elektromagnetisme (bv. lastransformator)
- Diverse kernen, spoelen en kompasnaaldjes voor doeproeven rond elektromagnetisme

Schakeltechnieken - Installatiemateriaal in functie van uit te voeren opdrachten

- Diverse vermogenschakelaars, differentieelschakelaars, elektrisch schakelmateriaal
- Kleine elektrische schakelkastjes
- Schakelmateriaal voor rechtstreeks (schakelaars, drukknoppen) en onrechtstreeks schakelen (elektromagnetische en elektromechanische schakelaars)
- Domotica modules en toebehoren met lage drempel (eg. Nikobus PS) **(U)**
- Diverse sensoren, limietschakelaars met spanningsvrije contacten
- Diverse micro PLC's
- Diverse actoren, kleine elektromotoren, ventielen en cilinders ed.
- Platform voor het grafisch ontwikkelen van proceduregerichte programma's
- Pc's met grafische programmeersoftware voor programmeerbare bouwstenen en micro PLC's
- Bewegende mechanische constructies voor het monteren van limietschakelaars en actuatoren

7.2.2 *Mechanica*

Dit is een pakket dat een goed uitgerust vaklokaal vraagt, voorzien van moderne media voor het aanschouwelijk aanbrengen van de inhoud. Verder moet er voldoende uitrusting aanwezig zijn om experimenten opgenomen in dit leerplan uit te voeren.

7.2.3 *Elektronica*

Klassikaal

De opstelling van het meubilair in het vaklokaal spoort de leerlingen aan om niet alleen van de leerkracht maar ook van de medeleerlingen te leren, een ruim lokaal waar experimenten en theorie elkaar dienen.

Een deel van deze uitrusting is ook vereist bij het vak geïntegreerd labo elektriciteit – realisaties schakeltechnieken.

- Een didactisch, verticaal paneel met de gepaste bouwelementen voor de demonstratieproeven
- Een DC-voeding
- Didactische meettoestellen (spanning, stroom), goed af te lezen voor de volledige klas
- Een LF-functiegenerator (eventueel met digitale uitlezing)
- Een oscilloscoop
- Een scheidingstransformator
- Een verwarmingselement voor de metingen op temperatuurafhankelijkheid
- Een pc met simulatiesoftware

- Een projectiesysteem
- Databoeken
- Catalogi
- Normen, reglementeringen
- Internetaansluiting
- CNC printfreesmachine of zuurkast, recipiënten en producten voor het chemisch vervaardigen van PCB's

Uitrusting per meetgroep

- Een universeel plug-in-systeem
- Plug-in-componenten voor de diverse metingen (diodes, diodebruggen, zenerdiodes, LED's, weerstanden, condensatoren, spanningsstabilisator-IC's, digitale IC's ...)
- Verbindings- en meetsnoeren
- Digitale multimeter(s)
- Een regelbare DC-voeding (0-30 V, 0-2 A, kortsluitvast)
- Een eenvoudige LF-functiegenerator
- Een eenvoudige oscilloscoop
- PC met programmeer en simulatiesoftware per meetgroep
- Divers specifiek gereedschap
- Soldeerstation voor het solderen met loodvrij soldeertin (B), aangepast aan solderen van SMD componenten (**U**)
- Microcontroller ontwikkelsysteem

8 Bibliografie

Beroepsprofielen

SERV

Schaal voor attitudemeting (SAM)

Verbond van Christelijke Werkgevers en Kaderleden

Richtlijnen - Normen technisch tekenen

CRITTO

Gedifferentieerd leerpakket Elektriciteit

K. Standaert

Educatieve Uitgeverij, Antwerpen

Serie elektrotechniek-Elektrotechnische begrippen

L. Claerhout

Wolters Plantyn

Serie elektrotechniek- Elektriciteit

L. Claerhout

Wolters Plantyn

Basiselektriciteit

P. Goes

Die Keure, Brugge

Polytechnisch zakboekje

Standaard educatieve Uitgeverij

Belgiëlei 147 a

2018 Antwerpen

Tabellenboek voor metaaltechniek

Plantyn

Werkplaatsmeettechniek

Langereis F.

De Vey Mestdagh

Markt 51

4331 Middelburg

ISBN 90 6376 012 4

Verspaningstechnologie

De Vey Mestdagh

Markt 51

4331 Middelburg

ISBN 90 6376 012 4

Productietechnieken

Muiser J.

Educaboek BV

Culemborg

Nederland

Lijmen, lassen, solderen

Wuich W.

De Vey Mestdagh

Markt 51

4331 Middelburg

ISBN 90 6376 012 4

9 Nuttige adressen

Agoria Vlaanderen

Diamantbuilding
Reyerslaan 80
B 1030 Brussel
Website: <http://www.agoria.be/>

Fechiplast

Marie-Louizasquare 49
B 1000 Brussel

BIN (Belgisch Instituut voor Normalisatie)

Brabançonnelaan 29
1040 BRUSSEL
Tel.: 02 520 22 33
Website: <http://www.bin.be/NL/index.htm>
E-mail: webmaster@ibn.be

DBO (Dienst voor Beroepsopleidingen)

Koningsstraat 93 bus 3
1000 BRUSSEL
Tel.: 02 227 14 11
Fax: 02 227 14 00
Website: <http://www.ond.vlaanderen.be/dbo/>
E-mail: DBO@Vlaanderen.be

KVIV (Koninklijke Vlaamse Ingenieurs Vereniging)

Desguinlei 214
2018 ANTWERPEN
Tel.: 03 216 09 96
E-mail: critto@ti.kviv.be
Website: <http://www.ti.kviv.be/critto>

Verbond van Kristelijke Werkgevers en Kaderleden

Tervurenlaan 463
1160 BRUSSEL
Tel.: 02 773 16 80

VLOR (Vlaamse Onderwijsraad)

Leuvenseplein 4
1000 BRUSSEL
Tel.: 02 219 42 99
Fax: 02 219 81 18
E-mail: vlaamse.onderwijsraad@vlor.be
Website: <http://www.vlor.be>

VIK (Vlaamse Ingenieurskamer)

Herentalsebaan 643
2160 WOMMELGEM
Tel.: 03 259 11 00
Fax 03 259 11 01
E-mail: ing@vik.be
Website: <http://www.vik.be>

VMM (Vlaamse Milieumaatschappij)

A. Van De Maelestraat 96
9320 EREMBODEGEM
Tel.: 053 72 64 45
Website: <http://www.vmm.be/>

VVKSO (Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs)

Guimardstraat 1
1040 BRUSSEL
Tel.: 02 507 07 30
Fax: 02 511 33 57
E-mail: info@vvkso.vsko.be
Website: <http://www.vsko.be>

WTCB (Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf)

Maatschappelijke zetel
Violetstraat 21-23
1000 BRUSSEL
Tel.: 02 502.66.90
E-mail: info@bbri.be
Website: <http://www.bbri.be/wtcb.htm>

WTCM (Wetenschappelijk en Technisch Centrum van de Metaalverwerkende nijverheid)

Celestijnenlaan 300C
3030 Heverlee

Educam (stichting voor beroepsopleiding in de autosector en aanverwante sectoren)

Woluwedal 46, bus 0
1200 Brussel
Tel.: 02 778 63 30
Fax: 02 779 11 32
E-mail: info@educam.be
<http://www.educam.be>

Innovam (Innovatie- en onderwijscentrum motorvoertuigen en tweewielerbranche)

Structuurbaan 2
3430 DV Nieuwegein
Tel.: 030 608 77 77
Fax: 030 608 77 00
E-mail: info@innovam.nl
<http://www.innovam.nl>

Federaturo vzw

Woluwedal 46, Bus 9
1200 Brussel
Tel.: 02 778 62 00
Fax: 02 778 62 22
E-mail: info@federauto.be
<http://www.federauto.be>

Febiac vzw

Woluwedal 46, Bus 6
1200 Brussel
Tel.: 02 778 64 00
Fax: 02 762 81 71
E-mail: info@febiac.be
<http://www.febiac.be>

Goca vzw

Technologiestraat 21/25
1082 Brussel
Tel.: 02 469 09 00
Fax: 02 469 05 70
<http://www.goca.be>

Robert Bosch nv

EA Division
H. Genessestraat 1
1070 Brussel
Tel.: 02 525 51 11
<http://www.bosch.be>

Kluwer uitgevers

Ragheno Business Park
Motstraat 30
2800 Mechelen
Tel.: 0800/94571
E-mail: info@kluwer.be
<http://www.kluwer.be>

Autodata pvba

Thillostraat 3
2920 Kalmthout
Tel.: 03 666 45 36
E-mail: koen.loopmans@proximedia.be
<http://www.autodata.be>

TAE nv

ResaerchPark - Asse zone 1
Kranenberg 15 Bat 250
1731 Zellik
Tel.: 02 481 79 00
Fax: 02 481 79 49
E-mail: info@tae.be
<http://www.tae.be>

Vanheck.fts

J. Monnetlaan 3
1800 Vilvoorde
Tel.: 02 255 97 50
Fax: 02 255 97 60
E-mail: vanheck.fts@skynet.be
<http://www.vanheckfts.be>